

NIOTE

Emulador para el desarrollo de proyectos IoT Y analítica de datos



**UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
COLOMBIA**

Integrantes:

Camilo Andres Diaz Gomez - 30000050164

Jhonatan Mauricio Villarreal Corredor - 30000051809

Juan Esteban Contreras Diaz – 30000048764

Línea de profundización:

Gestión de Datos

Presentado a:

Ingeniero Andrés Armando Sánchez Martín

Universidad De San Buenaventura

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería de Sistemas

Proyecto integrador I

Bogotá D.C.

2020 – 1

Contenido

Resumen	5
Introducción	6
Justificación.....	7
Antecedentes:	8
Base de Conocimiento.....	10
Marco teórico	10
Internet of Things (IoT)	10
Áreas de aplicación	10
Modelos de referencia.....	11
Protocolos.....	11
Dispositivos	12
Plataformas IoT	13
Análítica de datos	13
Áreas de aplicación de analítica.....	13
Cadena de valor de los datos.....	13
Datos	14
Ciclo de la analítica KDD – Metodologías	15
Tipos de analítica	15
Técnicas de analítica	16
Tipos de algoritmos	17
Herramientas de analítica (Plataformas de analítica que existen)	17
Simulación.....	17
Tipos de simulación	18
Fases de estudio de simulación	18
Modelos de simulación	19
Procesos estocásticos.....	20
Variables aleatorias	20
Modelos probabilísticos.....	21
Números pseudoaleatorios.....	22
Generación de números de pseudoaleatorios.....	22
Emulación	24
Tipos de emuladores.....	24
Emuladores en iot	24
Utilidades comunes de los emuladores.....	25

Emuladores conocidos de redes IoT	25
Marco	26
IoT.....	26
Analítica de datos	26
Simulación:	26
Emulación:.....	27
Mapa de Co-Relación de Conocimientos	27
Estado del Arte	28
Investigaciones:	28
Desarrollo de simulación IoT	28
IOT based wireless sensor network for traffic	28
An IoT simulator in NS3 and a key-based authentication architecture for IoT devices using Blockchain.....	28
A Versatile Emulator of MitM for the identification of vulnerabilities of IoT devices, a case of vulnerabilities of IoT devices, a case of study: smartphones	29
Emulation of IoT Devices:	29
OMNeT ++	29
NS3.....	29
TOSSIM:.....	30
COOJA:	30
YAFS:.....	30
Pregunta y Objetivos.....	32
Pregunta Generadora:	32
Objetivo General:	32
Objetivos Específicos.....	32
Alcance y Limitaciones	33
Alcances:	33
Limitaciones:	33
Metodología	34
Fase 1: Documentación	34
Actividades:	34
Entregables:	34
Fase 2: Diseño.....	34
Actividades:	34
Entregables:	34

Fase 3: Implementación	35
Actividades:	35
Entregables:	35
Cronograma.....	35
Gráfico de apoyo	36
Desarrollo	37
Análisis y Diseño Conceptual.....	37
Diseño de detalle.....	37
Proceso de construcción y puesta en marcha.	37
Prueba – Validación	37
Análisis de Resultados	38
Definición del Caso de Estudio.....	38
Puesta en marcha del Caso de Estudio.....	38
Análisis estadístico/probabilístico	38
Conclusiones	39
Conclusiones	39
Lecciones aprendidas y experiencia	39
Trabajos futuros	39
Bibliografía y Referencias	40

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Modelo general de la arquitectura de una red IoT	11
Ilustración 2 Mapa de Co-Relación de Conocimientos.....	27
Ilustración 3 Diagrama de apoyo (Metodología)	36

Tabla de tablas

Tabla 1 Etapas para poder realizar una cadena de valor	14
Tabla 2 Comparación de proyectos.....	30

Resumen

Describa brevemente la problemática, a quienes afecta, como se pretende solucionar e impactos que genera con la realización del proyecto en la práctica de ingeniería de sistemas II. Mínimo 250 palabras, máximo 600.

Introducción

Párrafo informando el contenido total del documento, y como fue desarrollado. La introducción es una guía para el lector en donde se presenta, además de una motivación y la puesta en valor de la contribución del proyecto, la estructura general que encontrará en el documento. Mínimo 500 palabras.

Justificación

En la actualidad, una gran parte de los objetos de uso diario por las personas están conectados a internet por diferentes propósitos, este concepto es conocido como IoT "Internet of Things", el cual, *"se refiere a la interconexión en red de objetos cotidianos, que a menudo están equipados con inteligencia ubicua."* (Xia, Yang, Wang, & Vinel, 2012).

Gracias a esto, la conexiones IoT se han enlazado a la vida cotidiana por el avance de las tecnologías en la sociedad que han evolucionado a una velocidad en la que muchas personas, empresas, negocios, entre otros, están adquiriendo estas nuevas tecnologías que les ayudan a mejorar el rendimiento en diferentes aspectos por que los dispositivos IoT están encargados de la obtención de datos y su envío a la nube, permitiendo la conexión e intercambio de información entre estos objetos. Según el centro de investigación SAP, estos objetos están perfectamente integrados a la red de información, lo que hace que se pueda interactuar con los mismos a través de internet, pudiendo consultar o editar su estado a tiempo real (Abasolo, Carrera, Gordillo, & Romero, 2013). Ver de donde salió este.

Actualmente, hay demasiadas personas que se desempeñan en el diseño, instalación y mantenimiento de estas conexiones, estos a su vez buscan alguna ayuda para poder desarrollar sus pruebas sin la necesidad de gastar muchos recursos; por esta razón, las dificultades más recurrentes para la realización de estas conexiones y su posterior análisis, es su alto costo económico, la cual, limita un desarrollo de estas para que sean optimas, eficientes y sobre todo que sea poco costo, y también, el tiempo en la construcción de estas conexiones que es una de las razones por la que estas conexiones pueden costar más o menos dependiendo del propósito y presupuestos.

Antecedentes:

En el mercado encontramos algunos simuladores, entre ellos tenemos (Iglesia, 2019):

NS-3(Network Simulator versión 3): Simulador de redes de sensores que trabaja en diferentes escalas, aplicaciones de campo y condiciones de campo (Riley & Henderson, 2010).

OMNeT ++: Es una biblioteca de simulación de c++, orientado a la simulación de redes de comunicación y sistemas distribuidos pero usado también para simular una red de sensores IoT (Varga, 2010).

TOSSIM: Simulador para redes de sensores inalámbricos TinyOS (Levis & Lee, 2003).

Avrora: Simulador de red de sensores de nivel de instrucción y con precisión de ciclo (Titzer, 2005).

Cooja: Cooja es un emulador construido sobre el sistema operativo Contiki. Contiki OS es un pequeño sistema operativo que está optimizado para usarse con muy poca huella de memoria y un procesamiento mínimo de capacidades. Está especialmente diseñado para ser utilizado para Internet de las cosas. Cooja emula diferentes propiedades funcionales de dispositivos IoT como la temperatura de emulación. Trabajo relacionado a detección, detección de presión, etc. También puede emular la comunicación entre pares cercana entre los nodos y la transmisión de mensajes cercana en función de la distancia. Eso emula todas las funcionalidades al construir sobre la capa de abstracción del sistema operativo Contiki. Como emula sobre un sistema operativo real, puede hacer perfiles basados en tiempo de diferentes funciones (Dunkles, y otros, 2011).

OPNET: OPNET es el simulador de red comercial que es mantenido por las tecnologías de Riverbed y solo admite la plataforma Windows (Riverbed Technologies, 2017).

NetSim NetSim: Es otro simulador y emulador comercial que se usa para probar IoT redes y aplicaciones (Tetcos, 2017).

NÚCLEO CORE: Es el emulador de investigación abierta común que se utiliza para emular PC y redes en una o varias PC. Utiliza la pila de red del núcleo de FreeBSD para emulación. Sin embargo, no es compatible con muchos de los protocolos y pilas de red. utilizado en la comunicación IoT (Ahrenholz, Danilov, Herderson, & Kim, 2008).

Según la información de cada uno de los emuladores, se evidencia que todos simulan solamente redes de sensores, algunas incluso solo un tipo de sensor como es el caso de TOOSSIM (Levis & Lee, 2003). A diferencia de estos NIOTE permite recrear una red de dispositivos IoT más completa con distintos tipos de sensores y actuadores. (Sánchez, Barreto, Ochoa, Villanueva, 2019), (Gan, 2017)

Base de Conocimiento

Marco teórico

Internet of Things (IoT)

El Internet de las cosas es un nuevo paradigma del mundo moderno el cual es la conexión de varios nodos IoT (cosas) que contienen integrados sensores, actuadores, gateways, plataformas (software) y otros componentes; para generar conexiones e intercambio de información por medio del internet para posteriormente ser procesada con un objetivo. En la actualidad, este concepto es muy ubicuo (cotidiano) en el día a día, aunque no sea muy percibido, ya que la mayoría de las cosas de uso diario como lo son los electrodomésticos, celulares, entre otras cosas; lo integran. (Xia, Yang, Wang, & Vinel, 2012), (CambioDigital, 2018)

En la actualidad, como fue mencionado anteriormente la mayoría de los dispositivos integran este nuevo concepto y esto por su gran versatilidad a los diferentes usos que se le puedan aplicar a cada uno y no es extraño que la humanidad se está anticipando a un cambio tecnológico en donde IoT será tan importante e indispensable para la vida cotidiana de los humanos, algo no tan diferente a lo que estamos viviendo ahora.

Áreas de aplicación

La humanidad está pasando por una transformación en el cual en un futuro dependerá de la tecnología directamente, por esta razón, IoT va a ser un gran pilar para este cambio, por esta razón, está siendo implementado en diferentes sectores como lo son agricultura, salud, transporte y logística, seguridad, entre otros.

Beneficios

La aplicación de este concepto es variada y funcional, ya que, es versátil para el objetivo que se quiera cumplir con estas conexiones por que al ser generados datos por el ambiente donde se encuentre montado y por último ser analizados dependiendo el objetivo cuya ejecución haya sido planeada (Universidad de Alcalá, 2019).

Modelos de referencia

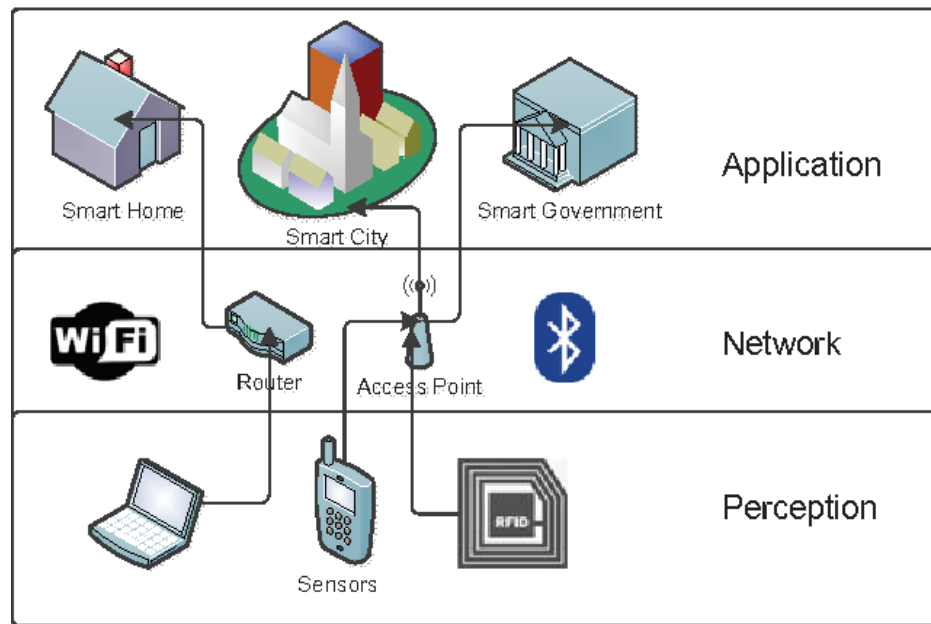


ILUSTRACIÓN 1 MODELO GENERAL DE LA ARQUITECTURA DE UNA RED IoT

En la anterior Ilustración 1 Modelo general de la arquitectura de una red IoT se puede evidenciar un modelo general de IoT, donde se puede ver dividido en 3 grandes campos, hay que resaltar que los nombres de cada parte del modelo pueden variar, pero su definición y función serán igual. En primer lugar, podemos ver percepción, el cual contiene todos los sensores que recolectan la información para ser enviada a la red o nube por medio de los gateways y actuadores que son los que reciben toda la información recogida por los sensores a través de la red y gracias a esto actuar dependiendo el requerimiento o el objetivo al que se quiera llegar; como se mencionó anteriormente toda la información es enviada a la red o nube, la cual almacena toda esta información para ser procesada y con su posterior análisis de los datos, estar lista para la aplicación en las "cosas" (Crespo Moreno, 2018).

Protocolos

Los protocolos son una guía para saber cómo realizar una acción, de esta manera, los protocolos en IoT son los métodos en la que dos o más componentes se comunican por medio de la red, de esta manera, garantizar la consistencia de la información.

Comunicación

Según la empresa Opiron Electronics el protocolo por comunicación es *"método para comunicar datos entre máquinas, ni más ni menos. Este método, en realidad queda definido tanto por el medio físico como por el medio informático en la que se intercambian los datos."* De esta manera, en este protocolo se pueden encontrar (Semle, 2016) X

Transporte

Este protocolo está dirigido para conectar software mediante una dirección especificada, y en el nivel de enlace solo abra un enlace, el otro software siempre estará abierto para la conexión, esto gracias a que el host estará abierto (NEO.LCC, s.f.).

Operación

Este protocolo está dirigido para conectar entre dos o más entidades para la comunicación y transmisión de información entre estas mediante los protocolos definidos (AprendiendoArduino, 2018).

Dispositivos

Como se definió anteriormente, IoT no puede funcionar sin los nodos IoT lo cuales son los diferentes dispositivos, en su mayoría físicos, los cuales garantizan el tratamiento de datos rápido, seguros, y eficientes. Estos dispositivos se caracterizan por: XXXXX. Los anteriores dispositivos se dividen en:

Sensores

Los sensores son los dispositivos que recogen la información gracias al ambiente en donde se encuentra funcionando, de esta manera, por medio de los gateways es enviada todos los datos para luego ser procesada y analizada en la red.

Actuadores

Los actuadores son los dispositivos que recogen la información producida por los sensores y analizada en la red, todo esto por medio de los gateways, para

posteriormente por medio de la aplicación de control funcionar dependiendo la situación que en el que esté funcionando.

Gateway

Los gateways son dispositivos intermediarios entre los sensores o actuadores y la red. Generalmente son físicos o software los cuales son los que reciben la información gracias a los sensores para posteriormente enviarla a la red y después de ser procesada recibirla y enviarlo a los actuadores. (Crespo Moreno, 2018).

Plataformas IoT

En la actualidad, en cuanto a plataformas para el monitoreo de estas conexiones existe una gran variedad, de cierto modo, IoT se esta convirtiendo en un pilar para la sociedad y por esta razón han desarrollado plataformas nuevas y cada día mejores para el buen uso, desarrollo, gestión y mantenimiento de estas. TEERM (Quiñones Cuenca, González Jaramillo, Torres, & Miguel , 2017)

Analítica de datos

La analítica de datos es la utilización de información que se puede tener u obtener de manera digital, con el propósito de extraer la mejor información para poder tomar las mejores decisiones (Gibbs, 2012).

Áreas de aplicación de analítica

Las áreas donde se puede aplicar la analítica son un poco extensas ya que muchas actividades o procedimientos que realizamos es necesario hacer una investigación anteriormente para poder obtener unos resultados apropiados para poder analizar y así poder utilizarlos para realizar (Joyanes Aguilar, 29 de mayo del 2019); muchas de las áreas pueden ser de economía, probabilidad, administración, web, inteligencia artificial etc (Gomez-Aguilar, Garcia-Peñalvo, & Theron, 2014).

Cadena de valor de los datos

La cadena de valor de datos como su propio nombre indica, son una gran cantidad de datos que representan cierta información (Quintero, 2006); en el cual ciertas empresas ya están destinadas a prestar estos servicios; la cadena tiene varias

etapas para su realización. Esto también lleva a una extensa investigación mediante el cual se utilizan ciertas etapas para poder realizar (Hergert & Morris, 1989)

TABLA 1 ETAPAS PARA PODER REALIZAR UNA CADENA DE VALOR

Collection	Publication	Uptake	impact
Identify	Analyze	Connect	Use
Collect	Release	Incentivize	Change
Process	Disseminate	Influence	reuse

La cadena de valor proporciona cierto modelo de aplicación el cual permite representar todas las actividades de cualquiera empresa y también proporciona un procedimiento para el desarrollo de ventajas (Hergert & Morris, 1989).

Datos

Representación simbólica de alguna información o procedimiento de manera en la cual puede ser almacenado y analizado para poder realizar ciertas operaciones para poder generar información adecuada; toda Información debe estar disponible en todo momento y un precio justo en el cual los datos deben tener ciertos privilegios para poder distribuirlos, reutilizarlos. (Loukides, 2011)

Datos abiertos

Los datos abiertos son datos o información que se pueden utilizar, publicar y reutilizar tantas veces quiera sin ninguna repercusión, pero los datos no pueden ser modificados (Hernandez Perez, 2013).

Fuentes de datos

La fuente de datos son conjuntos de información con sus respectivos datos recolectados para su respectivo análisis en la cual son fuentes de información para nivel informático y analítico (Diaz, Escriba, & Murgui, 2002).

Estructurados

Son la mayoría de los datos que se pueden encontrar almacenados en una base de datos; la cual se muestran en fila y columnas, tienen

definido su longitud el formato en el cual se encuentra t el tamaño que tiene (Hernandez & Rodriguez, 2008).

No estructurados

Son esencialmente datos binarios que no tiene una estructura u organización que no tiene algún valor al utilizarlos hasta que son organizados y almacenados (Hassan, Domingo-Ferrer, & Soria-comas, 2018).

Semi - estructurados

Son datos que no son organizados en un repositorio, pero tiene información importante como metadatos (datos que están cerca de los datos) la cual hace que se pueda procesar más fácilmente los datos (Raposo, 2007).

Ciclo de la analítica KDD – Metodologías

El proceso de extraer conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos la cual es un proceso automático en el que se combinan descubrimiento y análisis. La cual tiene unos pasos a seguir (Nigro, Corti, & Terren, 2004).

- Selección.
- Preprocesamiento/limpieza.
- Transformación/reducción.
- Minería de datos.
- Interpretación/evaluación

Tipos de analítica

Es necesario saberlos ya que con el aumento de la cantidad de datos que generan actualmente empresas, negocios etc.

“un conjunto de métodos de análisis matemático y estadístico que sirve para identificar patrones de comportamiento, pronósticos, escenarios “que pasaría si”, entre otros” (Davenport y Harrys, 2017).

Descriptiva

¿qué sucedió? un resumen del desempeño del total de las actividades empresariales (cuatro tipos de analítica de retail que todo comercio necesita en 2018, 2018).

Diagnostica

¿Por qué está pasando? Tiene en cuenta los antecedentes de lo que se quiere analiza para dar un informe más acertado con sus respectivas herramientas para poder eliminar el problema (cuatro tipos de analítica de retail que todo comercio necesita en 2018, 2018).

Predictiva

¿qué podría pasar? Tienen como objetivo identificar la probabilidad que ocurra algo en el futuro que no perjudique o perjudique a análisis realizado (cuatro tipos de analítica de retail que todo comercio necesita en 2018, 2018).

Prescriptiva

¿qué deberíamos hacer?, entendimiento de lo que ha sucedido, por qué ha sucedido y un procedimiento en el cual podría suceder con el paso del tiempo (cuatro tipos de analítica de retail que todo comercio necesita en 2018, 2018).

Técnicas de analítica

pronosticar resultados potenciales sobre la base de posibles variaciones en las variables, muchas veces la base o la raíz que tiene la analítica es entender lo que ha pasado o lo que está pasando en el momento; todo esto para poder adquirir el conocimiento para mejorar las decisiones hacia el futuro, muchas veces se utilizan técnicas de estadística y matemáticas para poder lograr el objetivo (Garcia, 2006).

MACHINE LEARNING

La técnica de machine learning es un apoyo para el conocimiento de ciertas generaciones, tiene una organización en el cual es el auto aprendizaje que muestra estadísticas con una gran velocidad de respuesta. Esto es una disciplina la cual trata de crear o construir modelos complejos, también algoritmos que buscan llegar o alcanzar una predicción, el cual funciona sin dar

alguna instrucción o orden la cual busca que se actualice automáticamente con los datos que adquirió para poder adaptarse a la situación que se les presente (Snoke & HalanLarochelle, 2012).

Tipos de algoritmos

algoritmo es una secuencia de instrucciones secuenciales, gracias al cual pueden llevarse a cabo ciertos procesos y darse respuesta a determinadas necesidades o decisiones (Corso & Lorena, 2009).

Supervisados

los algoritmos trabajan con datos "etiquetados" (*labeled data*), intentado encontrar una función que, dadas las variables de entrada (*input data*) (Corso & Lorena, 2009).

No supervisados

no se dispone de datos "etiquetados" para el entrenamiento. Sólo conocemos los datos de entrada, pero no existen datos de salida que correspondan a un determinado *input* (Corso & Lorena, 2009).

Herramientas de analítica (Plataformas de analítica que existen)

- Google analytics
- Awstats
- Woopra
- Clicky
- Mint
- Chartbeat
- Etc

Simulación

La simulación es una representación exacta del comportamiento interno de un evento o fenómeno, diseñado para obtener el mismo resultado, características, información entre otros, consumiendo menos recursos de los que consumiría ejecutar el modelo real,

sin necesidad de realizar dicho evento para obtener un análisis o estudio del resultado con una menor inversión (Castellanos Hernández & Chacon Osorio, 2006).

Tipos de simulación

- Simulación de situaciones: Permite simular una situación física o real y observar su comportamiento (Castellanos Hernández & Chacon Osorio, 2006).
- Simulación de realizar alguna situación: Son aquellos que permiten experimentar una situación como si el usuario u sujeto estuviera en ella, un simulador de vuelo es un ejemplo de esto, permite al usuario pilotear un avión sin estar en uno realmente (Castellanos Hernández & Chacon Osorio, 2006).

Fases de estudio de simulación

- Definición de objetivos: Se deben establecer los objetivos que se pretenden conseguir con la simulación, los efectos que causara y las respuestas a responder con este estudio (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Definición del sistema: Definir los elementos que harán parte del sistema teniendo en cuenta el sistema a emular (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Elaboración del modelo conceptual: A partir de los objetivos planteados anteriormente se crea un modelo conceptual, el cual debe ser sencillo (solo enfocarse en lo necesario para simular) y específicamente diseñado para cumplir dichos objetivos. El modelo conceptual debe representar sencillez y a su vez representar el realismo del sistema a emular (García Sánchez & Ortega Mier, 2006). Este modelo conceptual debe ser evaluado y comprobar que refleje fielmente el sistema que se desea emular teniendo en cuenta los objetivos que debe cumplir (Coss Bu, 2003).
- Elaboración del sistema comunicativo: Los diseñadores del modelo conceptual son distintos muchas veces a los programadores del simulador. Para su comunicación entre si debe ser eficaz, por esta

razón los diagramas de flujo son una opción útil para representar los eventos en el simulador como lo son los datos, el proceso, una decisión un avance en la simulación etc. (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).

- Construcción y verificación de modelo informático: Una vez verificado el modelo conceptual se escoge un lenguaje apto para para la programación del simulador, este lenguaje debe permitir la correcta emulación como fue planeada, se debe escoger el más conveniente (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Validación final: Una vez construido el modelo de simulación creado anteriormente, es necesario hacer pruebas para verificar su correcto funcionamiento, en las cuales los resultados deberán ser similares a los esperados y si es posible se comparará con los resultados del sistema real al cual se está simulando (Coss Bu, 2003).

Modelos de simulación

Hay diversos modelos de simulación los cuales serán mencionados a continuación, pero nos centraremos más en el modelo Estocástico:

- Estático: La simulación no depende del tiempo (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Dinámico: La simulación depende del tiempo, sus procesos pueden variar respecto al tiempo que va transcurriendo (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Determinístico: Su ejecución será siempre igual, el valor de su resultado será ya esperado, no tiene ninguna variable o proceso al azar (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Estocástico: Contiene variables o procesos al azar el cual puede variar el resultado de la simulación (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Discreto: Varía dependiendo de sucesos que ocurran en la simulación del modelo (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).

- Continuo: Tiene un rango de tiempo el cual es previamente establecido. Sin importar los sucesos que ocurran seguirá ejecutándose.

Físicos: Se basan en eventos físicos o fenómenos que ocurren y no son posibles de controlar y estudiar (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).

Procesos estocásticos

Los procesos estocásticos es una colección de variables aleatorias infinitas que se basan en el cambio o evolución de una variable con respecto al tiempo o en función de otra variable como lo puede ser la temperatura, el cambio climático entre otras (Myriam Muñoz de ózak, 1991).

Las variables aleatorias que dependen del tiempo son aquellos fenómenos que evoluciona al azar a lo largo del tiempo, el tiempo tomará diferentes valores en dicho conjunto donde la colección de variables aleatorias se verá afectadas por esto tomando diferentes valores según T (Myriam Muñoz de ózak, 1991).

El conjunto de variables que dependen de otra variable son aquellos que su evolución no dependen del tiempo sino de otro fenómeno (Myriam Muñoz de ózak, 1991), estas variables pueden tomar valores directamente proporcionales a este fenómeno no perteneciente al conjunto dicho anteriormente es decir que los valores de las variables aumentaran si el valor del fenómeno aumenta y disminuirá si este disminuye, por otro lado las variables aleatorias que son indirectamente proporcionales al fenómeno harán todo lo contrario si el valor del fenómeno aumenta, el valor de las variables disminuirá y si este disminuye las variables aumentaran.

Variables aleatorias

Las variables aleatorias son parte fundamental de una simulación, ya que los sistemas requieren diferentes tipos de datos no siempre serán los mismos para ejecutar un evento simulado, por esta razón es de vital importancia crear variables aleatorias ya que necesitamos que la simulación sea lo más apegado posible a la realidad (Eduardo García Dunna, 2013).

El modelo que queremos construir debe estar compuesto de variables aleatorias que interactúen entre sí, para asemejarlo a la realidad (Eduardo García Dunna, 2013).

Una variable aleatoria es una representación de un suceso o un número de una parte del evento que estamos intentando emular, es decir que un suceso en el sistema puede variar en ese mismo proceso u otro proceso independiente, por ejemplo, si queremos emular un sensor de temperatura, una de las variables aleatorias será la temperatura ya que esta puede cambiar con el paso del tiempo o ser diferente en otra prueba del simulador (Eduardo García Dunna, 2013).

Existen dos tipos de variables aleatorias, la primera es la variable aleatoria discreta, la cual se caracteriza por ser de solo números enteros es decir no puede tomar valores como 10,97 u otro tipo de número que no es un entero (Eduardo García Dunna, 2013), por otra parte la variable aleatoria continua es más caracterizada por su uso para las mediciones en este caso si puede contener valores decimales, retomando el ejemplo del medidor de temperatura podemos decir que esta simulación consta de variable aleatoria continua ya que la temperatura es una medida y puede tener parte decimal (Eduardo García Dunna, 2013).

Modelos probabilísticos

Cuando hablamos de un modelo probabilístico nos referimos a un conjunto de datos obtenidos por diversas repeticiones de un evento aleatorio usados para poder predecir el comportamiento de este evento con los mismos o diferentes datos para las futuras repeticiones de dicho evento (Leónardo Darío Bello Parias, 2000), esta serie de repeticiones permiten asemejar el modelo que se está construyendo con datos aleatorios a una conjunto de datos de una población mayor, con esto nos referimos a la simulación más acercada posible de un evento real mediante la prueba y repetición del modelo que se está simulando.

Existen varios modelos probabilísticos para variables aleatorias:

- Distribución Uniforme
- Distribución Gamma
- Distribución Exponencial
- Distribución Ji-dos
- Distribución Normal
- Distribución t Student
- Distribución F de Sendecos

- Distribución normal bivalente

Los modelos probabilísticos son basados en hipótesis y se componen por ecuaciones las cuales relacionan las diversas variables aleatorias (Carlos Gamero Burón, 2015), estos modelos son la representación más viable de una hipótesis para un evento que este compuesto de variables aleatorias por lo cual debe ser rectificado correctamente y probado una y otra vez.

Números pseudoaleatorios

Una simulación, muchas veces se compone de variables aleatorias es decir números al azar, para conseguir esto los números pseudoaleatorios son parte fundamental en este proceso de simulación, su nombre está compuesto de dos palabras, "Pseudo" lo cual significa falso y "aleatorio", se le denomina falso debido a que es imposible generar números completamente aleatorios, al no ser posible generar números completamente aleatorios los números pseudoaleatorios son creados a partir de algoritmos determinísticos con parámetros de arranque, esto nos permitirá generar números que se comportaran similarmente a números totalmente aleatorios es decir números sin correlación entre ellos mismos permitiéndonos simular el comportamiento aleatorio de las variables en el evento que queremos simular (Eduardo García Dunna, 2013).

Generación de números de pseudoaleatorios

Para hacer la generación de los números Pseudoaleatorios debemos tomar un espacio o rango lo suficientemente grande para ello, es decir cuenta con demasiados números en secuencia para una vida útil prolongada (Eduardo García Dunna, 2013). Es necesario este conjunto tan grande porque al hacer una simulación pequeña se necesitarán un conjunto de números mínimo, pero si queremos hacer una aun mayor este número incrementara, pero al hacer la simulación no puede basarse en solo un resultado para ello es necesaria la simulación una y otra vez con números distintos es por esto por lo que es necesario dicho conjunto lo suficientemente grande para satisfacer esta necesidad (Eduardo García Dunna, 2013).

Para aprobar el uso de estos números el conjunto de números pseudoaleatorios se debe someter a ciertas pruebas que nos permitan comprobar la independencia entre ellos y

que estos sean uniformes, para ellos se mencionaran unas pruebas estadísticas para la aprobación de este conjunto se debe asegurar que los números de un conjunto deben ser uniformemente distribuidos lo cual significa que en los subintervalos haya la misma cantidad de números del conjunto, deben ser continuos, la media del conjunto debe ser equivalente a $\frac{1}{2}$ y la varianza también debe ser $\frac{1}{2}$ (Eduardo García Dunna, 2013).

Ventajas de la simulación

- La simulación permite ahorrar recursos para obtener los posibles resultados del comportamiento de un evento (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- A partir de la simulación es posible trabajar mejor los experimentos debido a su mejor manejo en las condiciones de dicho experimento (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Es posible a partir de la simulación comparar y escoger el sistema más viable dependiendo de una necesidad (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- La simulación puede permitir una mejor comprensión del evento que está simulando (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- Con una simulación es posible hacer diferentes experimentos y su reacción a estos, los cuales no son posibles con el modelo físico el cual se pretende obtener esta nueva información (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).

Desventajas de la simulación

- Una vez creada la simulación es posible ahorrar tiempo en la obtención de los datos del modelo simulado, pero para crear la simulación lleva tiempo y estudios los cuales no son mayores los recursos que requerirá usar el modelo real (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).
- La simulación debe ser exacta al modelo real pero aun así se puede generar datos no correctos o no exactos algunas veces a los reales (García Sánchez & Ortega Mier, 2006).

Emulación

La emulación es la imitación a la parte externa de un sistema en la cual el usuario tendrá la misma experiencia como si fuera el sistema original (Roldán Carrasco, 2007), debido a esto la emulación solo permite dar la experiencia de un sistema (cumplir sus funciones) sin serlo.

A diferencia de un simulador, el emulador debe imitar exactamente el comportamiento externo del sistema original de esta manera debe dar la experiencia original al usuario como si este estuviera delante del sistema original (Roldán Carrasco, 2007).

Tipos de emuladores

- Emulador de software: Los emuladores de software son los emuladores más populares debido a su utilidad a la hora de simular sistemas operativos o emular consolas de videojuegos.
Los sistemas operativos son emulados por las máquinas virtuales, estas permiten usar un sistema operativo exactamente como si fuera el original, se pueden usar varias máquinas virtuales en un mismo PC siendo independientes una de la otra al tiempo (Roldán Carrasco, 2007).
La emulación de videojuegos permite ejecutar un juego en una plataforma para la cual no fue creado, este tipo de emulación está centrado en el entretenimiento.
- Emuladores de hardware: Este tipo de emuladores permite comprobar el funcionamiento de un sistema antes de ser fabricado de forma física (Roldán Carrasco, 2007).
- Emuladores interpretadores: Mediante bucles el sistema permite aprender de otra para poder emularla siguiendo los pasos de captura, decodificación y ejecución, el bucle permite actualizar la información obtenida constantemente (Roldán Carrasco, 2007).
- Emuladores compiladores: Permite convertir el código máquina de una máquina a un nuevo código para otra máquina en tiempo de ejecución recompilándolo de forma binaria (Roldán Carrasco, 2007).

Emuladores en iot

Emuladores de sensores para redes iot esto no va con el profesor nikolay

Emuladores de actuadores para redes iot

Emuladores para diseño de red iot

Utilidades comunes de los emuladores

Los emuladores permiten usar un sistema que un usuario necesita, pero no fue creado para el sistema que está usando (Roldán Carrasco, 2007), se puede usar un emulador y este permitirá usar el sistema que se desea proporcionando la misma experiencia que el sistema original.

Otra utilidad es la posibilidad de usar varios sistemas emulados al tiempo y que estos no sean dependientes entre sí.

Emuladores conocidos de redes IoT

“Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes” (Node-Red, 2013).

“Proporciona un editor basado en navegador que facilita la conexión de flujos utilizando la amplia gama de nodos en la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución con un solo clic” (Node-Red, 2013).

“SimpleIoT Simulator™ es un simulador de dispositivo / sensor IoT fácil de usar que crea rápidamente entornos de prueba formados por miles de sensores y puertas de enlace, todo en una sola computadora” (SimpleSoft, s.f.).

Marco

Para el desarrollo de nuestro proyecto para la fabricación de un emulador IoT es necesario conocer conceptos básicos, el concepto inicial es el de IoT, porque es importante IoT en nuestro proyecto nuestro proyecto necesita IoT porque vamos a realizar un simulador IoT en el cual necesitamos tener claro cómo se comporta una red IoT para poder simularlo, otro concepto que necesitamos el de data analytics el cual como nuestro proyecto va apoyar el desarrollo de proyectos de data analytics necesitamos saber cómo el data analytic necesita los datos para poder generar los proyectos simulación e emulación, la simulación es un concepto matemático el cual lo que permite hacer es crear modelos matemáticos para poder emular el comportamiento de las cosas el cual en nuestro caso son los dispositivos IoT, el cual nuestro proyecto necesita estos cuatro grandes conceptos para poder desarrollar nuestro proyecto.

IoT:

IoT es la interconexión entre dispositivos los cuales están integrados por sensores y actuadores para generar intercambio de información entre estos por medio de la red, todo lo anterior, para ser procesada y realizar acciones teniendo en cuenta la información recogida.

Analítica de datos

La analítica de datos es un desarrollo en el cual se utilizan todo tipo de información en el cual se puede encontrar de forma digital con el fin de poder obtener la mejor información de ellos.

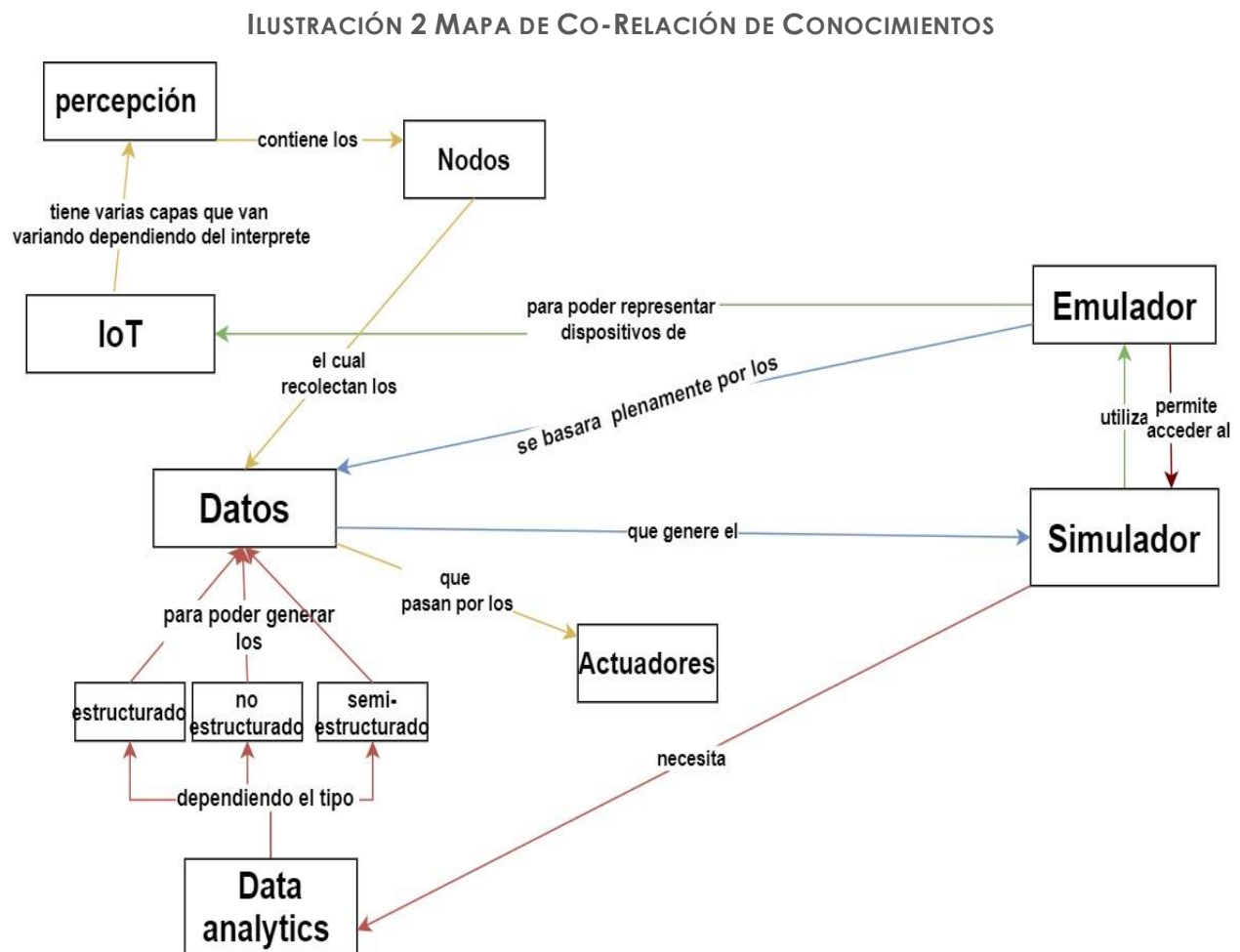
Simulación:

La simulación es un proceso con el cual se replica un evento o un proceso de la manera más acertada posible, con el fin de obtener los mismos resultados del evento, pero con menos recursos gastados y de una manera más fácil de manipular.

Emulación:

La emulación permite a un usuario obtener la misma experiencia y las mismas opciones que ofrece un sistema sin la necesidad de que este sistema sea usado por el usuario, de esta manera la emulación es una réplica de los usos y la experiencia lo más exacta posible de un sistema.

Mapa de Co-Relación de Conocimientos



En este mapa se va a dar a conocer los conceptos más importantes en el desarrollo de nuestro emulador y la relación que tiene entre ellos el cual tiene una información para su explicación; si muchos de los conceptos tienen mucha interacción entre si hay una mejor información entre ellos.

Estado del Arte

Investigaciones:

Desarrollo de simulación IoT

Desarrollar mediante las arquitecturas basadas en Internet of Things un simulador que sea capaz de registrar conjunto de dispositivos y el cual genere automáticamente datos de entrada para afectar a su estado. El cual mediante un extenso análisis de aplicaciones similares en diferentes campos en el cual tengan en común el concepto IoT, se desarrolló mediante el entorno de patrón de diseño Modelo-Vista-controlador el cual se propone para mejora a futuro el informe y el simulador nos ayuda a visualizar mejor el aspecto al cual le debemos dar a nuestro emulador (Torres Bataller, 2016).

IOT based wireless sensor network for traffic

Solo se utilizara sensores inalambricos basados en IoT solamente par el monitoreo del sonido y clasificacion,mediante una algoritmo avanzo dependiendo de los datos que genere,solo utiliza un tipo de sensor el cual es muy preciso con el cpaza de detectar los aspectos que se le programme, nos ayudara a establecer bien los progrmas para poder sacar lo mejor de casa sensor y actuador el cual vallamos a utilizar (Huang, Wang, Hou, Zhang, & Zhang, 2018).

An IoT simulator in NS3 and a key-based authentication architecture for IoT devices using Blockchain

Este proyecto nos retroalimentara en este porque van a hacer uso de simuladores IoT para la estación de BlockChain sin gastar recursos y tiempo, lo cual, es nuestro objetivo general, por esta razón, la forma en que van a ser usados los diferentes simuladores que fue usado para este proyectó nos mostrara un punto de vista diferente que es la forma en la cual el usuario final podrá usar nuestro. Por lo tanto, el anterior proyecto nos dará una perspectiva diferente a programador y también los requerimientos que solicita un usuario para simular un proyecto con IoT (Gan, 2017).

A Versatile Emulator of MitM for the identification of vulnerabilities of IoT devices, a case of vulnerabilities of IoT devices, a case of study: smartphones

Este proyecto nos servirá para proteger nuestro emulador de errores de seguridad que se puedan generar al momento de montar la red simulada por el usuario, de esta manera, se evitara problemas legales al ser usado NIOTE para proyectos de estas redes y luego ser montadas en el mundo físico. (Amine Khelif, Lorandel, Romain, Regnery, & Baheux, 2019).

Emulation of IoT Devices:

Esta tesis nos muestra protocolos como CoAP que permite la conexión entre dispositivos con el internet evidenciando de la misma manera su funcionamiento simulado en el emulador construido en esta tesis, también nos es útil para darnos una guía al trabajo hecho por ellos y la manera en la que lograron emular los dispositivos y los actuadores mediante la representación como objetos IPSO tomando también la forma en la que interactúan dichos dispositivos con el entorno y puedan ser controlados de una manera simple (Mäkinen, 2016).

OMNeT ++

OMNeT ++ es un marco de simulación orientada a objetos, está desarrollada por una arquitectura genérica el cual se puede utilizar en varios problemas, este proporciona una infraestructura y herramientas para escribir simulaciones; para la inserción de los modelos simulación se realizan por módulos contiene parámetros para su funcionamiento, tiene varias interfaces de usuario, funcionan en diferentes sistemas operativos (Linux, Mac OS / X, Windows), gratis estudio, pagar para uso comercial nos da un punto de vista como debe estar presentado los sensores (Varga, 2016).

NS3

En este caso, NS3 es un simulador de sensores IoT, el cual está orientado a protocolos de red. Este simulador nos ayudara a comprender el comportamiento como los datos e información que pueden tomar los sensores sobre una red, también, nos ayudara a comprender los protocolos de comunicación MQTT ya que este es compatible con casi todos. (NSNAM, 2011).

TOSSIM:

Este simulador fue pensado solamente para los simuladores para redes inalámbricos TinyOS, TOSSIM puede capturar muy bien diseñado para la gran cantidad de interacciones de red el cual no es muy compatible con Mac, este solamente simula un tipo de sensor nada, como mediante un solo sensor puede ser muy buen producto para el uso de simulación de redes (Levis, Lee, Welsh, & Culler, 2003).

COOJA:

En este proyecto el cual está basado en IoT y la forma de conectar los dispositivos a una red nos permite ver desde otra perspectiva la manera en la que se hará la interconexión con los dispositivos en el simulador, debemos tener en cuenta a red y la ip que usara cada dispositivo que se planea simular a a partir de un modelo físico (Mehmood).

YAFS:

Este proyecto está enfocado en el almacenamiento de datos lo cual una red IoT debe usar para mandar señales entre dispositivos dependiendo de los datos de estos mismos para interactuar entre ellos, nos permite comprender mejor la forma en la que interactúan los dispositivos y el medio que usan para hacer dicha interacción (Isaac Lera, 2019).

TABLA 2 COMPARACIÓN DE PROYECTOS

proyectos	Simulación de datos	Patrón de diseño MVC	Lenguaje JAVA	Conexión entre sensores	Conexión entre actuadores	S.O Windows	Utilidad en procesos educativos, investigación y proyectos
Desarrollo de simulación IoT	x	x		X		X	
IOT based wireless sensor network for traffic	x			x		x	X
An IoT simulator in NS3 and a key-based authentication	x						x

architecture for IoT devices using Blockchain							
A Versatile Emulator of MitM for the identification of vulnerabilities of IoT devices, a case of study: smartphones	x					x	X
Emulation of IoT Devices	X						
OMNeT ++	x			x			X
NS3				x		x	x
TOSSIM	X			X			
COOJA	x			X	x		
YAFS				x	X		

De acuerdo con todo lo anterior todos los proyectos el cual escogimos nos proporcionan mucha información el cual debemos tener en cuenta para la realización de nuestro proyecto. como nos lo demuestra la prime segunda columna el cual nos informa que es muy importante que el proyecto tenga la simulación de datos y la conexión entre sensores, tener un diseño mvc (modelo vista controlador) nos diferencia de y que muy pocos proyectos tiene la conexión entre actuadores y nos muestra que nuestro proyecto tiene varios conceptos muy importantes como que es pertinente, innovador, factible y viable gracias a los aspectos que elegimos.

Pregunta y Objetivos

Pregunta Generadora:

¿Cómo se puede reducir los costos y tiempo para desarrollo de proyectos IOT y analítica de datos?

Objetivo General:

Desarrollar un emulador de conexiones IoT que generara datos de nodos IoT cómodos de configurar para los usuarios y desplegar sobre diferentes protocolos para la reducción de costos y tiempo en el diseño de estas conexiones.

Objetivos Específicos

- Especificar los requerimientos necesarios para el diseño del emulador.
- Definir los procesos, diseño y desarrollo del emulador para un óptimo funcionamiento.
- Diseñar una manera para la generación de los datos e información mediante un algoritmo el cual genere de manera más cercana a la realidad los datos.
- Realizar pruebas para comprobar el óptimo funcionamiento del emulador.

Alcance y Limitaciones

Alcances:

- El emulador se compromete a tener una interfaz amigable con el usuario con el fin de un fácil y entendimiento ante la aplicación.
- El emulador se compromete a guardar los datos generados en archivos planos.
- El emulador se basará en un modelo realístico para la generación de datos aleatorios.
- El emulador tendrá un manual para el entendimiento de las diferentes funcionalidades que tendrá este.

Limitaciones:

- funcionará en ordenadores con sistemas operativos diferentes a Windows.

El emulador no:

- tendrá todos los sensores y actuadores que hay disponibles en la actualidad.
- guardara los datos en una base de datos.
- va a generar los datos simulados con precisa precisión, aun así, se buscará la forma óptima y eficiente para realizarlos.
- generará estadísticas de los datos generados en su funcionamiento.

Metodología

Fase 1: Documentación

En esta etapa se realizará el documento sobre nuestro proyecto, como los requerimientos, objetivos y los alcances y limitaciones que se tendrán en cuenta en este proyecto.

Actividades:

- Actividad 1: Análisis de objetivos y pregunta problema.
- Actividad 2: Diseño de justificación.
- Actividad 3: Búsqueda de antecedentes.
- Actividad 4: Generación de alcances y limitaciones.
- Actividad 5: Base de conocimiento.
- Actividad 6: Estado del arte.
- Actividad 7: Socialización y aprobación del documento.

Entregables:

- ANEXO: Documento hasta este punto.

Fase 2: Diseño

En esta etapa se realizará el diseño del emulador, con lo cual, se realizará un análisis para encontrar un diseño sencillo, puro e intuitivo con el usuario.

Actividades:

- Actividad 8: Análisis del diseño.
- Actividad 9: Diseño del MockUp.
- Actividad 10: Búsqueda de iconos.
- Actividad 11: Diseño y modificación de la interfaz en el IDE con base al MockUp.
- Actividad 12: Socialización y aprobación del diseño.

Entregables:

- ANEXO: MockUp.

Fase 3: Implementación

En esta etapa se realizará el emulador con ayuda del IDE Netbeans 8.2, por lo tanto, se harán procesos de implementación del MockUp y realización de la lógica en el interior de este.

Actividades:

- Actividad 13: Conectividad de ventanas y botones
- Actividad 14: Conexión de lógica con interfaz

Entregables:

- ANEXO: Emulador con interfaz gráfica funcionando en gran parte.

Cronograma

El cronograma es uno de los elementos que está integrado en la planeación de proyectos, está compuesto por actividades donde se mostrara el tiempo estimado y/o específico en el que se va a realizar dicha acción.

		Acts	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20-22
DOCUMENTACIÓN	Act. # 1	X																				
	Act. # 2	X	X																			
	Act. # 3	X	X	X																		
	Act. # 4	X	X																			
	Act. # 5		X	X																		
	Act. # 6		X	X																		
	Act. # 7	X	X	X																		
DISEÑO	Act. # 8			X	X																	
	Act. # 9				X																	
	Act. # 10				X																	
	Act. # 11				X																	
	Act. # 12				X	X																
IMPLEMENTACIÓN	Act. # 13					X	X	X	X	X												
	Act. # 14									X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Act. # 15																X	X	X	X	X	X

Gráfico de apoyo

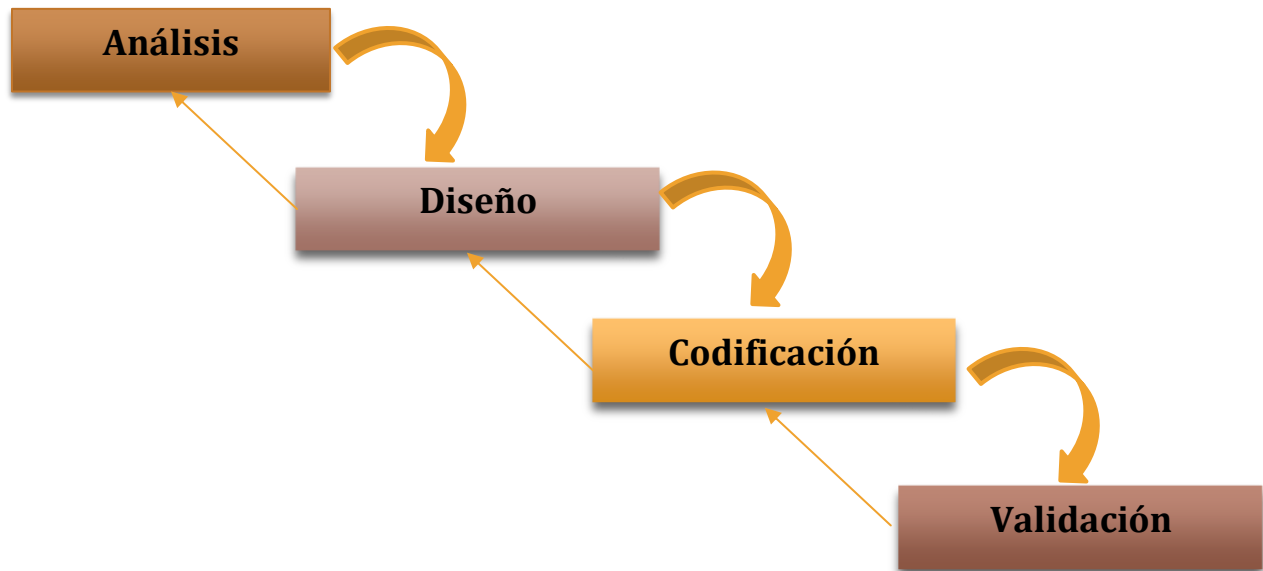


ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE APOYO (METODOLOGIA)

Desarrollo

Dependiendo de la naturaleza del proyecto y de la metodología definida con anterioridad, el capítulo de desarrollo se estructurará. Un ejemplo es el que se presenta a continuación.

Análisis y Diseño Conceptual

En esta sección se presenta lo que se realizó para la comprensión del problema, la definición de procesos, la definición de requerimientos, casos de uso o el modelo conceptual de los productos que comprenden la solución presentada en el proyecto.

Diseño de detalle

La ingeniería de detalle se refiere a los planos, diagramas, modelos, arquitecturas, mockups o interacciones hombre-máquina de los productos que comprenden la solución presentada en el proyecto.

Proceso de construcción y puesta en marcha.

Define los procesos, técnicas, tecnologías, herramientas y elementos que se usaron en el desarrollo y despliegue de los productos que comprenden la solución presentada en el proyecto.

Prueba – Validación

Se diseña e implementa un protocolo de pruebas sobre los productos que comprenden la solución presentada en el proyecto, este protocolo de pruebas va enfocado a validar que los productos cumplen con los objetivos, alcances y limitaciones del proyecto.

Análisis de Resultados

En este capítulo se pone en funcionamiento los productos desarrollados y se aplican en un caso de uso por el tiempo que el caso defina y con herramientas de estadística y/o probabilidad se hace un análisis a los resultados obtenidos.

Definición del Caso de Estudio

Un caso de estudio o caso de prueba, es la definición de un habiente que representa el contexto y la problemática identificada en el proyecto. Este habiente puede ser real o simulado.

Puesta en marcha del Caso de Estudio

Los productos desarrollados se ponen en ejecución en el caso de estudio o caso de prueba, para validar no solo su funcionamiento, sino si los productos mitigan la problemática identificada en el proyecto, generando datos de cada

Análisis estadístico/probabilístico

Se realizan herramientas como: regresiones lineales, histogramas, mapas de calor, etc. Y para cada herramienta su respectivo análisis, inferencias y explicación de dichos resultados.

Conclusiones

Párrafo que describe la proyección de su proyecto y como planea desarrollarlo en las practicas futuras.

Conclusiones

Lista de conclusiones del desarrollo de su proyecto, así como la consecución de las secciones y objetivos planteados.

Lecciones aprendidas y experiencia

En sus palabras describa los retos que considere supero y los conocimientos que adquirió con el desarrollo de este proyecto.

Trabajos futuros

Identificar hasta donde se llegó y que otros proyectos se predirían generar a partir de los resultados encontrados.

Bibliografía y Referencias

- Semle, A. (Septiembre de 2016). Protocolos IIoT para considerar. *AADECA Revista*, 32-35. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de https://editores-srl.com.ar/sites/default/files/aa2_semle_protocolos_iiot.pdf
- Ahrenholz, J., Danilov, C., Herderson, T., & Kim, J. (2008). A real-time network emulator. In *Military Communications Conference. MILCON*, 1-7.
- Amine Khelif, M., Lorandel, J., Romain, O., Regnery, M., & Baheux, D. (2019). A Versatile Emulator of MitM for the identification of vulnerabilities of IoT devices, a case of study: smartphones. En A. f. Machinery (Ed.), *3rd International Conference on Future Networks and Distributed Systems*, (págs. 1-6). Paris. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3341325.3342019>
- AprendiendoArduino. (17 de Noviembre de 2018). *Protocolos IoT Capa Aplicación*. Recuperado el 14 de Abril de 2020, de Aprendiendo Arduino: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/17/protocolos-iot-capa-aplicacion/>
- arrow. (1 de Julio de 2015). *Protocolos para la Internet de las cosas*. Recuperado el 17 de Abril de 2020, de arrow: <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/protocols-for-the-internet-of-things>
- CambioDigital. (12 de diciembre de 2018). Recuperado el 13 de marzo de 2020, de IoT: Qué necesitan saber los profesionales de la red: <https://cambiodigital-ol.com/2018/12/iot-que-necesitan-saber-los-profesionales-de-la-red/>
- Carlos Gamero Burón, J. L. (2015). *Modelos probabilísticos para Variables aleatorias continuas*. Malaga, España.
- Castellanos Hernández, W. E., & Chacon Osorio, M. E. (17 de Abril de 2006). Utilización de herramientas software para el modelado y la simulación de redes de comunicaciones. *GTI*, V(11), 74-75. Recuperado el 26 de Marzo de 2020, de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/1624/2014>
- Corso, C., & Lorena, C. (2009). *Aplicacion de algoritmos de clasificacion sepervisan y no supervisada usando Weka*. cordoba: Universidad Tecnologi Nacional.
- Coss Bu, R. (2003). *Simulación un enfoque practico*. Monterrey, Mexico: Limusa. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iY6dl3E0FNUC&oi=fnd&pg=PA11&dq=simulacion&ots=uKV85h0Scu&sig=fMdlmFTXdSYn3HghHIZ7HbFXQhg#v=onepage&q=simulacion&f=false>
- Crespo Moreno, J. E. (11 de Noviembre de 2018). *Aprendiendo Arduino*. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de Arquitecturas IoT: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/11/arquitecturas-iot/>

- cuatro tipos de analítica de retail que todo comercio necesita en 2018. (7 de Agosto de 2018). *Analítica de retail*. Obtenido de Analítica de retail: <http://analiticaderetail.com/tipos-de-analitica-de-retail/>
- Diaz, T., Escriba, F., & Murgui, M. (2002). La base de datos BD. MORES. *Revista de Economía Aplicada*, 165-184.
- Dunkles, A., Schmidt, O., Finne, N., Erikson, J., Osterlind, F., Tsiftes, N., & Durvy, M. (2011). *The contiki os: The operating system for the internet of things*. Obtenido de Online: <http://www.contikios.org>
- editorial, E. (1 de Noviembre de 2018). *REPORTEGIGITAL*. Obtenido de REPORTEGIGITAL: <https://reportedigital.com/cloud/analitica-de-datos/>
- Eduardo García Dunna, H. G. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: PEARSON. Obtenido de <https://jrvargas.files.wordpress.com/2015/04/libro-simulacion-y-analisis-de-sistemas-2da-edicion.pdf>
- Gan, S. (2017). *An IoT simulator in NS3 and a key-based authentication architecture for IoT devices using blockchain*. Tesis, Instituto Indio de Tecnología Kanpur, Ciencias informáticas e ingeniería, Kanpur. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de https://security.cse.iitk.ac.in/sites/default/files/12807624_0.pdf
- García Sánchez, Á., & Ortega Mier, M. (2006). *Introducción a la simulación de sistemas discretos*. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de http://www.iol.etsii.upm.es/arch/intro_simulacion.pdf
- Garcia, P. (2006). *TECNICAS DE ANALITICA*.
- Gibbs, G. (2012). *Análisis de datos en investigaciones cualitativas*. Ediciones Morata.
- Gomez-Aguilar, D., Garcia-Peñalvo, F., & Theron, R. (2014). Analítica visual en learning. *El profesional de la informática*, 23(3).
- Hassan, F., Domingo-Ferrer, J., & Soria-comas, J. (2018). Anominaion de datos no estrucutrados a traves del reconocimiento de entidades nominadas. *Actas de la XV Reunni Espaola sobre Criptologia y Seguridad de la informcin-RECSI*, 102-106.
- Hergert, M., & Morris, D. (1989). Datos contables para el analisis de la cadena de valor. *Diario de gestion estrategica*, 10(29),175-188.
- Hernandez Perez, A. (2013). *Datos abiertos y repositorios de datos*. nuevo reto para los bibliotecarios.
- Hernandez, C., & Rodriguez, J. (2008). Preprocesamiento de datos estructurados. *Vinculos*, 27-48.
- Huang, Y., Wang, L., Hou, Y., Zhang, W., & Zhang, Y. (2018). *A prototype IOT based wireless sensor network for traffic information monitoring*. *International Journal of Pavement Research & Technology*.
- Isaac Lera, C. G. (2019). *YAFS*. Palma. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8758823>

- itop. (20 de agosto de 2018). Recuperado el 13 de marzo de 2020, de IoT: origen, importancia en el presente y perspectiva de futuro: <https://www.itop.es/blog/item/iot-origen-importancia-en-el-presente-y-perspectiva-de-futuro.html>
- Joyanes Aguilar, L. (29 de mayo del 2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Bogotá: Alfaomega.
- Leónardo Darío Bello Parías, L. C. (2000). *Libro de estadística descriptiva*. Medellín, Antioquia, Colombia: Editorial Amistad ISBN. Obtenido de http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/128508/mod_resource/content/0/Tema_4/Modelos_probabilisticos_Caucasia.pdf
- Levis, P., Lee, N., Welsh, M., & Culler, D. (2003). *TOSSIM: Accurate and scalable simulation of entire Tinyos applications*. In Proceedings of the 1st international conference on Embedded networked sensor systems.ACM.
- Llamas, L. (2019). *Protocolos de comunicación para IoT*. Recuperado el 17 de Abril de 2020, de Luis Llamas: <https://www.luisllamas.es/protocolos-de-comunicacion-para-iot/>
- Loukides, M. (2011). *¿Que es la ciencia de datos?* O'Reilly Media, Inc.
- Mäkinen, A. (2016). *Emulation of IoT Devices*. Espoo. Obtenido de https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/23951/master_M%c3%a4kinen_Alli_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mehmood, T. (s.f.). *COOJA Network Simulator*. Islamabad. Obtenido de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1712/1712.08303.pdf>
- Myriam Muñoz de ózak, S. F. (1991). PROCESOS ESTOCÁSTICOS CON DOS PARÁMETROS I. 72-74. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/estad/article/viewFile/9955/10486>
- NEO.LCC. (s.f.). *Protocolos de transporte*. Recuperado el 14 de Abril de 2020, de Herramientas WEB para la enseñanza de protocolos de comunicación: <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/transporte/protrans.html>
- Nigro, O., Corti, D., & Terren, D. (2004). *Knowledge Discovery in Databases*. Un proceso centrado en el usuario. In VI Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación.
- Node-Red. (2013). *Low-code programming for event-driven applications*, 1.0.5. Obtenido de Node-Red: <https://nodered.org/>
- NSNAM. (2011). *NS-3 Network Simulator*. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de NS-3: <https://www.nsnam.org/>
- Quintero, J. (2006). La cadena de valor : Una herramienta de pensamiento estratégico. Telos, 14.
- Quiñones Cuenca, M., González Jaramillo, V., Torres, R., & Miguel, J. (2017). *Sistema de Monitoreo de variables medioambientales usando una red de sensores*

- inalámbricos y plataformas de Internet de las Cosas*. Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ingeniería, Loja. Recuperado el 14 de Abril de 2020, de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422017000100329
- Raposo, J. (2007). *Tecnicas de mantenimiento automatico de programas envoltorio para fuentes de datos web semiestructuradas*. Coruña: Doctoral dissertation.
- Riverder Technologies. (2017). *opnet simulator*. Obtenido de <https://www.riverbed.com/in/products/steelcentral/opnet.html>
- Rodríguez Moreno, E. S., & López Ordoñez, V. F. (2017). *Diseño e implementación de un sistema inteligente para un edificio*. Tesis de grado, Universidad Francisco Jose de Caldas, Facultad de Ingeniería, Bogotá. Recuperado el 25 de Marzo de 2020
- Roldán Carrasco, Á. (2007). *Emulador de Gameboy para dispositivos móviles*. Tesis, Escuela Superior de Ingeniería Informática, Departamento de Informática, Ciudad Real. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de <https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/pfc/pfcaroldan.pdf>
- Sánchez Martín, A. A., Barreto Santamaría, L. E., Ochoa Ortiz, J. J., & Villanueva Navarro, S. E. (2019). *Emulador para desarrollo de proyectos IoT y analíticas*. PREGUNTAR, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado el 13 de marzo de 2020
- SimpleSoft. (s.f.). *SimpleSoft*. Obtenido de <http://www.smplsft.com/SimpleIoT Simulator.html>
- Snoke, J., & HalanLarochelle. (2012). *Practica y optimizacion de algoritmos de aprendizaje automatico. Avances en sistemas de procesamiento de informacion neuronal*, 2951-2959.
- Tetcos. (2017). *Netsim emulator*. Obtenido de <http://tetcos.com/>
- Torres Bataller, J. (2016). *Desarrollo de una solucion para la simulacion de entornos IoT*. Universidad de Alcalá. (2019). *¿Por qué actualmente es tan importante el IoT?* Recuperado el 13 de marzo de 2020, de Máster en industria 4.0: <https://www.masterindustria40.com/importancia-iot-master/>
- Varga, A. (2016). *In Modeling and tools for network simulation*. Berlin,Heidelberg: Springer.
- Xia, F., Yang, L., Wang, L., & Vinel, A. (2012). *Internet of Things*. International journal of communication systems. doi:10.1002/dac.2417
- Yacchirema Vargas, D. C., & Palau Salvador, C. E. (s.f.). *Smart IoT Gateway For Heterogeneous Devices Interoperability* (Octava ed., Vol. 14). IEEE Latin America Transactions. doi:10.1109/TLA.2016.7786378